دراسة التراكم الحيوي لبعض المعادن الثقيلة في النسيج العضلي لسمك البوري *Mugil cephalus* في المياه البحرية السورية

رائدة صلاح[1]* و محمد حسن[1] وعلي سلطانة[2] وغياث عباس[3]

(1). قسم الإنتاج الحيواني، كلية الهندسة الزراعية ، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، -جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(3). قسم تقانة الأغذية، كلية الهندسة التقنية ، جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.

(*للمراسلة الباحثة:. رائدة هيثم صلاح, البريد الإلكتروني: Selenamah20614@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 28 /04/ 2022 تاريخ القبول: 2022/07/19

الملخص

تركزت الدراسة على تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (Cd, Pb, Cu, Zn) في النسيج اللحمي للنوع السمكي البوري *Mugil cephalus*, في الساحل السوري لمحافظة طرطوس, إذ جُمعت العينات السمكية لمدة عامين كاملين من شهر آذار 2019 وحتى شهر شباط 2021, ومن ثلاث مناطق على شاطئ مدينة بانياس هي منطقة مصب نهر جوبر, منطقة مصب نهر بانياس, وشاطئ الباصية. حيث خضعت العينات المدروسة للتهضيم الرطب (Wet-Digestion-Method), وظفت تقانة مطيافية الامتصاص الذري (AAS) للكشف عن النحاس والزنك باستعمال تقانة اللهب (Flame-AAS), أما نزر العنصرين (Cd, Pb) فكشف عنها بتقانة التذرية الكهروحرارية (ETA-AAS) لأن تراكيزها تحت عتبة الكشف بطريقة اللهب. بيّنت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في عضلات النوع السمكي البوري في منطقة مصب نهر جوبر عنها في الموقعين الآخرين, يليه منطقة مصب نهر بانياس, ومن ثم في منطقة الباصية, حيث تراوحت المعدلات الوسطية لتراكيز هذه العناصر في كافة المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة ما بين (8.803− 13.095 ميكروغرام / غرام وزن رطب) لعنصر الزنك الأعلى تركيزاً, يليه عنصر النحاس بمتوسطات تراكيز تراوحت ما بين (0.587− 0.814 ميكروغرام / غرام وزن رطب), ومن ثم الرصاص (0.020− 0.028 ميكروغرام / غرام وزن رطب)، في حين كان عنصر الكادميوم أقلها تركيزاً (0.014− 0.025 ميكروغرام / غرام وزن رطب), وتعتبر جميع هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية, وبالتالي فهي لا تشكل خطراً على صحة الإنسان المستهلك النهائي لها.

الكلمات المفتاحية: عناصر ثقيلة, المياه البحرية السورية, البوري الرمادي, التراكم الحيوي.

المقدمة:

تعد الأسماك من المصادر الغذائية المهمة (FAO, 2005)، كما أنها مصدر لدخل الفرد في الكثير من المدن الساحلية, وقد ازداد استهلاك الإنسان للأحياء المائية بشكل عام, والأسماك بشكل خاص، نظراً لمحتواها من البروتينات عالية القيمة الغذائية والأحماض الدهنية العديدة غير المشبعة والفيتامينات (Bener.*et al*., 2009; Colangelo *et al*., 2009).

يمثل تلوث البيئة المائية أحد أهم وأخطر المشاكل التي تواجه الإنتاج السمكي في كافة أنحاء العالم (Zaki et al; 2014), ويقصد بالتلوث المائي حدوث تغيرات كمية ونوعية في عناصر البيئة الحية وغير الحية الموجودة في الوسط المائي (Benaduce et al; 2008)، وما ينتج عنها من آثار سلبية تؤثر في حجم الموارد الطبيعية المتاحة.

على الرغم من أن الأسماك تعد من أهمّ مصادر الثّروة المائيّة، إلا أنها أصبحت في خطرٍ نتيجة تلوّث مياه البحار، وذلك لأن الأسماك تركز المواد الضارة الموجودة في المياه التي تعيش فيها, إذ تستطيع الكائنات المائية أن تراكم العناصر الثقيلة بسهولة في أجسامها, فتتركز هذه العناصر من سلسلة غذائية إلى أخرى في عملية تسمى التركيز والتعاظم الحيوي, ويبلغ هذا التركيز أقصاه في الكائنات التي تقع في نهاية السلسة الغذائية (الإنسان), لذا تعتبر الاسماك ذات استخدام واسع في تقييم صحة الأنظمة البيئية المائية، وخاصة أن لها ميل لتراكم العناصر الثقيلة من الماء, لذا يمكن أن تعد مدخلاً لتلوث الأجسام المائية بالعناصر الثقيلة (Dural et.al., 2007), ولقد ازداد تعرض الإنسان لأضرار هذه المعادن من جراء الزيادة المفرطة في استخداماتها في الحياة اليومية حيث زاد من انتشارها في معظم دول العالم الصناعية بالذات, وبدأت هذه المشكلة أيضاً في الظهور في بلدان العالم الثالث ومنها الساحل السوري نتيجة لتعدد مصادر التلوث, ويكمن خطر العناصر المعدنية الثقيلة في كونها :

- لا يمكن تحللها والتخلص منها بواسطة البكتريا في الطبيعة.
- قد يتغير نوع المركب التي توجد فيه ولكن المعدن يبقى ويزداد تركيزه تدريجياً.
- يزداد تركيزها تدريجيا ولهذا يمكن أن تنتقل إلى مسافات بعيدة جداً عن أماكن نشوئها.
- يمكن مضاعفة أو تكبير تركيز هذه المعادن من خلال السلسة الغذائية بسبب ثبوتيتها وفترات بقائها غير المحدود.

وقد اختير لهذه الدراسة النوع السمكي البوري *Mugil cephalus*, ذو الاستهلاك الواسع على المستوى المحلي لأهميته الغذائية ورخص ثمنه نسبياً، ويعد من الأسماك المهاجرة (النهر– بحرية catadromous) (McKee, 2008), التي توجد عادة في مصبات الأنهار والمياه العذبة على طول الساحل (Allen *et al.*, 2002), إذ تعيش أفراد هذا النوع في المنطقة الشاطئية، ويتغذى على الطحالب التي لها قدرة على تركيز العناصر الثقيلة، كما يقوم بامتصاص الطبقة العليا من رسوبيات القاع, ويزيل المخلفات والطحالب الدقيقة, كما يلتقط بعض الرواسب, وبالتالي فإن تلوثه سيشكل خطراً على صحة الإنسان المستهلك النهائي له، خاصة أن عمليات صيده وتسويقه تتم دون وجود رقابة صحية فعلية, لذلك وللتعرف على حالته الصحية والبيئية والتأكد بأنه صالح للاستهلاك البشري فقد هدف هذا إلى:

- تحديد تراكيز نزر بعض العناصر الثقيلة في النسيج العضلي (الجزء المأكول) منه, ومعرفة ما إذا كانت هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها دولياً
- تحديد تغيرات العلاقة بين تراكيز هذه العناصر, وربطها مع بعض المؤشرات الهامة مثل أماكن اعتيان العينات وطبيعة مصادر التلوث، إذ تتغير هذه التراكيز مع تغير هذه المؤشرات.
- إعطاء بعض التوصيات للحد من هذا التلوث قدر الإمكان, وذلك لضمان وصول أسماك بنوعية جيدة سليمة صحياً إلى المستهلك.

1- مواد البحث وطرائقه:

1-2 المادة الحية (النوع السمكي المدروس):

اختير لهذه الدراسة النوع السمكي البوري الرمادي *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758)

الاسم الشائع له : Flathead mullet , يتبع لفصيلة : *Mugilidae*.

تم اعتيان العينات السمكية للنوع المدروس بغض النظر عن الحجم والعمر والجنس (اختيار عشوائي).

الشكل(1): فرد من النوع السمكي المدروس البوري الرمادي *Mugil cephalus*

الطول الكلي: 37 سم , الطول القياسي: 30 سم , الوزن: 423 غ , اصطيد بتاريخ 2019/10/8

2-2 الاعتيان:

نفّذت الدراسة الحالية في المياه البحرية لمحافظة طرطوس, إذ جمعت العينات المدروسة (48 عينة سمكية عدد أفراد كل منها (10-12) فرد) بصورة فصلية وذلك بدءاً من شهر آذار 2019 وحتى شهر شباط 2021, بواسطة شباك الصيد وقوارب الصيد والغطس, وذلك من ستة مواقع قريبة من مصادر تلوث محتملة هي:

الشكل (2): صورة فضائية لمواقع الدراسة على شاطئ بانياس

الموقع A: مصب نهر جوبر, تكثر فيه مصادر التلوث الصناعية (يبعد حوالي 800 م عن مصفاة بانياس, وحوالي 500 م عن شركة نقل النفط, ويبعد مسافة 5.7 كم عن المحطة الحرارية), ويقع بجانب منشأة سياحية (شاليهات مصفاة بانياس) إضافة إلى مصادر التلوث بالأنشطة البشرية الزراعية (حيث تتوزع على طول مجرى النهر وقرب المصب بيوت بلاستيكية وأراضي زراعية).

الموقع A1: على بعد 500 م من الشاطئ, مقابل مصب نهر جوبر.

الموقع B: مصب نهر بانياس منطقة تكثر فيها الأنشطة البشرية بسبب قربه من مصب الصرف الصحي وكراج بانياس (120م) وميناء الصيد(180م), ويبعد عن المحطة الحرارية حوالي 2.6 كم, وعن مصفاة بانياس حوالي 3.2 كم.

الموقع B1: على بعد 500 م من الشاطئ, مقابل مصب نهر بانياس.

الموقع C: منطقة الباصية وهي منطقة سياحية هامة تقع جنوب مدينة بانياس, بعيدة نسبياً عن الأنشطة البشرية التي تسبب تلوث المياه بالعناصر المعدنية الثقيلة (تبعد عن المحطة الحرارية حوالي 2 كم).

الموقع C1: على بعد 500 م من الشاطئ, مقابل منطقة الباصية (الموقع C).

يعد كلا النهرين (نهر جوبر ونهر بانياس) من الأنهار السورية الساحلية القصيرة, حيث يمران بمدينة بانياس الساحلية التابعة لمحافظة طرطوس, ثم يصبان في البحر المتوسط, ويغذي كل منهما نبع يبدأ من جبال الساحل السوري.

2-3 الأعمال الحقلية:

جمعت العينات السمكية لمدة سنتين بدءاً من شهر آذار عام 2019 وحتى شهر شباط للعام 2021, من الساحل السوري لمدينة بانياس, ومن مسافتي صيد (مواقع شاطئية بأعماق (35سم -2 م), والمواقع المقابلة لها على بعد 500م من الشاطئ بأعماق تتراوح ما بين (10-15) م) وبمعدل فصلي, وأخذت القياسات المورفولوجية لها, حيث تم أخذ وزن الأسماك لأقرب (غ) وطولها الكلي لأقرب (سم), إذ بلغت أوزانها (400-1700) غ, وتراوحت أطوالها ما بين (28-45) سم, ومن ثم حفظت في صندوق من الثلج, ونقلت إلى المختبر, وحفظت في الثلاجة على درجة حرارة -18م° لحين إجراء التحاليل المطلوبة.

2-4 الأعمال المخبرية:

تحديد تراكيز بعض العناصر الثقيلة في عضلات الأسماك :

1. غسلت السمكة بالماء المقطر, ثم وضعت على سطح بلاستيكي نظيف ومغسول أيضاً بالماء المقطر.
2. أخذت عينات بوزن 2 غ وزن رطب لكل عينة من الجزء العضلي للأسماك (في المنطقة بين المنتصف والذيل وأخرى قريبة من العمود الفقري) باستخدام سكين وملقط بلاستيكي نظيف (معقمة ضمن مغطس من حمض الآزوت 10%) ومغسولة جيداً بالماء ثنائي التقطير, وتم وضعها في أنبوب اختبار نظيف, وهضمت لاحقاً كالآتي (Hanson, 1973; Ihnat, 1982, Mohamad *et al.*, 1994):

1. أضيف لها 5 مل من حمض الآزوت HNO_3 عالي النقاوة, أغلقت الأنابيب بإحكام وتركت لمدة 24-48 ساعة بدرجة حرارة الغرفة.
2. تم استخدام الحمام المائي وبحرارة 70 مْ على صفيحة التسخين مع التحريك المستمر لتسريع عملية التهضيم حتى تكون المحلول الرائق بتمام عملية التهضيم.
3. نقلت أنابيب الاختبار إلى حاملة الأنابيب وتركت مدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة.
4. رشحت المكونات النهائية ونقل الراشح إلى بالون معياري نظيف سعة 25 مل , وأكمل الحجم إلى 25 مل بالماء المقطر عالي النقاوة (منزوع الأيونات لمرتين).
5. حفظت العينات ضمن عبوات من البولي ايثيلين في الدرجة -4 م° لحين اجراء عملية التحليل باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري Atomic absorption spectrometer (AAS) موديل (Shimadzu AA -6300) اليابانية.
6. حضر الشاهد (Blank) بنفس الشروط التي خضعت لها العينات المهضمة, وذلك بأخذ 5 مل من حمض الآزوت وطبقت نفس الخطوات السابقة من التسخين والتهضيم والإكمال إلى الحجم النهائي.
7. حضرت المحاليل القياسية بتراكيز مختلفة بنفس طريقة استخلاص العينات, وذلك حرصاً على إجراء القياسات في ظروف وشروط مشابهة.
8. كشف عن العنصرين (Zn, Cu) باستخدام تقانة التذرية باللهب, أما نزر العنصرين (Cd, Pb) فقد حددت بتقانة التذرية الكهروحرارية, بمعدل 3 مكررات لكل عنصر مقدرة بال ميكروغرام/غرام من الوزن الرطب.

2- التحليل الإحصائي:

حللت النتائج احصائياً باستخدام اختبار test-ANOVA. واستخدم اختبار دانكن المتعدد المدى لمعرفة فيما اذا كان هناك فرق معنوي بين التراكيز، وقدرت الأهمية الاحصائية عند مستوى ثقة 95%, كما استخدم معامل الارتباط بيرسون SPSS لتحديد قوة العلاقة بين العناصر المدروسة في جميع المواقع.

3- النتائج والمناقشة:

4-1 تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في العينات السمكية المدروسة:

بينت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز عنصر الزنك في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* طوال فترة الدراسة, وفي جميع المواقع المدروسة بالمقارنة مع بقية العناصر, يليه العناصر Cu, Pb, Cd على التوالي, إلا أن التراكيز المرتفعة لكل من الزنك والنحاس مقارنةً مع الكادميوم والرصاص لا تدعو للقلق، وذلك لأن استهلاك كميات كبيرة من الزنك مثلاً قد يؤمن بعض الحماية ضد التأثيرات السامة الناتجة عن التعرض المستمر للكادميوم من البيئة المحيطة (UNEP, 1997), إضافة إلى كون عنصر النحاس ينتمي إلى العناصر المغذية والتي يحتاج إليها الجسم. وقد تناقصت هذه التراكيز عموماً في العينات المصطادة من المواقع التي تبعد عن الشاطئ أكثر من 500م بالمقارنة مع العينات الشاطئية, كما زاد المعدل السنوي لتراكيز جميع هذه العناصر من عام لآخر في العينات السمكية المصطادة خلال فترة البحث, وهذا يدل على قدرة هذا النوع السمكي على مراكمتها جميعاً وبمعدلات متفاوتة على مدار العام, وعلى استمرار تعرضها لمصادر التلوث خلال عامي الدراسة, كما لوحظ ارتفاع مستوى العناصر الثقيلة في منطقة مصب نهر جوبر, ويعزى ذلك إلى طرح مياه الصرف الصحي لشاليهات المصفاة مباشرة في البحر قرب المصب, إضافة إلى مصادر التلوث الزراعية التي تحملها السيول والأمطار إلى مجرى النهر لتصل منها إلى البحر, فضلاً عن عدم فعالية أنظمة تنقية مياه الصرف الصناعي في مصفاة بانياس, حيث تقذف بملوثاتها الصناعية في النهر دون معالجة مسبقة كافية (Khallouf, 2013), يليه مصب نهر بانياس القريب من كراجات النقل وميناء الصيد, إضافة إلى قربه من مصب مياه الصرف الصحي ، الذي يطرح المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعية في البحر بدون معالجة مسبقة، دون اللجوء إلى فصل هذه المخلفات الصناعية والزراعية قبل طرحها في المجاري العامة لمياه الصرف الصحي, وسجلت أقل التراكيز لنزر هذه العناصر في منطقة الباصية البعيدة نسبياً عن الأنشطة البشرية الصناعية, لكنها كانت مقاربة للتراكيز في الموقعين الآخرين, يعزى ذلك إلى نشاط بشري واضح، ناجم عن مصبات الصرف الصحي التي تخدم شاليهات الاصطياف الموجودة في المنطقة, وما تحمله من ملوثات أخرى تتدفق إلى هذه الموقع.

وقد كانت جميع هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها الموضوعة من قبل المنظمات العالمية والموضحة في الجدول (1), علماً أن مستويات العناصر الثقيلة في العضلات لا يمثل بالضرورة مستوياتها في الكائن الحي بأكمله أو في محيطه المائي، إذ أن تراكيز العناصر في الأنسجة المختلفة يبقى متبايناً, وقد يعود ذلك إلى عملية الأيض ومصادر تغذية الأسماك (Rauf and *et al.*, 2009).

الجدول (1): الحدود القصوى لتراكيز بعض المعادن الثقيلة المسموح بها في عضلات الأسماك(ppm. wet weight):

المرجع	Cu	Zn	Pb	Cd
(FAO**, 1983)	30	30	0.5	**0.05**
(FAO/WHO***, 1989)	30	40	0.5	**0.5**
EC*	-	-	0.2	**0.05**
(FAO/WHO, 2010)	30	30	0.5	**0.05**

* European Communite المواصفات الاوربية.

** Food and Agriculture Organization منظمة الأغذية والزراعة العالمية.

*** World Health Organization منظمة الصحة العالمية.

5-2-1 الزنك:

بينت نتائج التحاليل كما هو موضح في الجدول (2) تباين في قيم هذا العنصر بين المواقع المدروسة, كما اتضح ارتفاع متوسطات تراكيز عنصر الزنك في العينات المصطادة من منطقة مصب نهر جوبر حيث تنتشر الأراضي الزراعية والبيوت البلاستيكية على طول مجرى النهر وفي المناطق القريبة من المصب, وبالتالي فإنها عرضة للتلوث بالمبيدات والأسمدة الزراعية, مقارنة مع العينات السمكية من الموقعين B و C, حيث بلغت أعلى قيمة لها (16.016 ميكروغرام/غرام وزن رطب) في فصل الشتاء في الموقع A.

وبمقارنة المعدل السنوي لتراكيز هذا العنصر في النسيج العضلي للأسماك المصطادة خلال عامي الدراسة, فقد تبين زيادة المعدل السنوي لهذه التراكيز في عينات العام 2020 مقارنة مع العام الذي يسبقه, حيث تراوحت معدلات هذه التراكيز بين (13.547,12.703,10.914 ميكروغرام/غ وزن رطب) عام2019 و(13.644,12.099,12.158 ميكروغرام/غ وزن رطب) عام 2020 في المواقع A-B-C على التوالي, ولم تكن الفروق معنوية في تراكيز هذا العنصر بين المناطق الثلاث (P>0.05). أما في الأماكن البعيدة عن الشاطئ فقد بلغت متوسطاته (9.115±1.591, 8.803±2.293, 8.663±2.052) في المواقع A1, B1, C1 على التوالي, مع عدم وجود فروق معنوية فيما بينها(P>0.05), وقد كانت جميع التراكيز ضمن الحدود القصوى المسموح بها لهذا العنصر في الأسماك من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO/WHO, 2010) كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (2): تراكيز عنصر الزنك في النوع السمكي المدروس (µg/g wet weight):

موقع الدراسة / الفترة الزمنية		الشاطئ			على بعد أكثر من 500 م عن الشاطئ		
		الموقع A	الموقع B	الموقع C	الموقع A1	الموقع B1	الموقع C1
2019	فصل الربيع	11.601	12.007	8.094	11.278	12.251	9.853
	فصل الصيف	14.964	13.896	10.126	7.112	10.288	8.451
	فصل الخريف	13.162	10.871	11.652	10.525	6.643	11.158
	فصل الشتاء	14.459	14.037	13.784	8.685	5.422	10.066
Ave.1		13.5465	12.70275	10.914	9.4	8.651	9.882
2020	فصل الربيع	13.817	8.454	15.991	10.589	9.615	9.927
	فصل الصيف	12.911	14.975	9.029	9.091	10.475	5.137
	فصل الخريف	11.83	15.124	13.255	8.645	8.709	8.455
	فصل الشتاء	16.016	9.846	10.357	7.002	7.021	6.26
Ave.2		13.6435	12.09975	12.158	8.83175	8.955	7.44475
Max.		16.016	15.124	15.991	11.278	12.251	11.158
Min.		11.601	8.454	8.094	7.002	5.422	5.137
Ave.		13.595	12.40125	11.536	9.115	8.803	8.663375

2.052	2.293	1.591	2.655	2.494	1.524	**SD**
8.663±2.052 a	8.803±2.293 a	9.115±1.591 a	11.536±2.655 a	12.401±2.494 a	13.595±1.524 a	**Ave.± SD**

وكانت هذه التراكيز أقل من معدل تركيز الزنك في عضلات النوع نفسه في ساحل تركيا (24.2 ميكروغرام/غ) (Uysal, 1980), ومن النتائج التي حصل عليها (Mohamad, 2007) وهي تتراوح بين (18.08-28.44 ميكروغرام/غ) في ساحل مدينة طرطوس, و (23.08 ميكروغرام/غ) في الساحل السوري لمدينة اللاذقية, وقد يعزى ذلك إلى الاختلاف في طبيعة الملوثات ومصادر التلوث حسب مواقع الدراسة, إضافة إلى اختلاف الحالة الصحية والفيزيولوجية للعينات السمكية المدروسة.

5-2-2 النحاس:

أظهرت نتائج الدراسة الموضحة في الجدول (3) أن تراكيز عنصر النحاس متقاربة بين عينات المواقع الشاطئية وقد تراوحت متوسطاته بين (0.814±0.129, 0.789±0.076, 0.713±0.080) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع A و B و C على التوالي, ولم تكن الفروقات معنوية بين هذه المواقع (P>0.05), وقد سجلت قيمة قصوى له 1.044 ميكروغرام/غرام وزن رطب في فصل الخريف في الموقع A ناتجة عن نشاط بشري في هذه المنطقة, وتناقصت هذه التركيز في عينات المواقع البعيدة عن الشاطئ حيث تراوحت متوسطاتها بين (0.642±0.049, 0.602±0.063, 0.587±0.046) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع A1 و B1 و C1 على التوالي, ولوحظ وجود فروق معنوية بين تراكيز هذا العنصر بين الموقعين A1 و C1 (P<0.05), وارتفاع معنوية الفروق في الموقع B1 عنه في الموقع C1, وتعد أملاح النحاس عموماً أملاح ذوابة, وبالتالي فإن القيم المرتفعة للنحاس في أنسجة الأسماك المدروسة لا تعود إلى أملاح النحاس, وإنما إلى عنصر النحاس نفسه التراكمي في أنسجة الأسماك (Obasohan,2007), إذ يتركز فيها بسهولة عبر السلسلة الغذائية (Turkekul *et al., 2004*).

وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج دراسة لنفس النوع في البحر الأحمر في مياه الإسكندرية, تبين أن معدل تركيز عنصر النحاس في عضلات النوع نفسه أقل منها في نتائجنا (0.5 ميكروغرام/غ) (Seam, 2001), في حين وجد (Mohamad, 2001) في دراسته على نفس النوع في شواطئ مدينة اللاذقية بأنها تتراوح ما بين (0.062–0.069 ميكروغرام), وفي دراسة أحدث له على نفس النوع (Mohamad, 2007) تراوحت التراكيز بين (0.10-0.11) ميكروغرام/غ , وأعلى من نتائج (Seam, 2001) على نفس النوع في مياه البحر الأحمر (0.5 ميكروغرام/غ), ويعزى ذلك لاختلاف الظروف البيئية لكل موقع و تباين مصادر التلوث ودرجتها, إضافة إلى اختلاف الحالة الصحية والفيزيولوجية للأسماك.

الجدول (3): تراكيز عنصر النحاس في النوع السمكي المدروس (µg/g wet weight)

موقع الدراسة / الفترة الزمنية		الشاطئ			على بعد أكثر من 500 م عن الشاطئ		
		الموقع A	الموقع B	الموقع C	الموقع A1	الموقع B1	الموقع C1
2019	فصل الربيع	0.768	0.746	0.846	0.574	0.529	0.576
	فصل الصيف	0.961	0.661	0.751	0.562	0.573	0.588
	فصل الخريف	0.746	0.815	0.624	0.661	0.519	0.509
	فصل الشتاء	0.752	0.768	0.686	0.679	0.574	0.604
Ave.1		0.80675	0.7475	0.72675	0.619	0.54875	0.56925
2020	فصل الربيع	0.693	0.826	0.725	0.659	0.667	0.648
	فصل الصيف	0.687	0.833	0.663	0.638	0.648	0.624
	فصل الخريف	1.044	0.746	0.621	0.695	0.692	0.536
	فصل الشتاء	0.863	0.917	0.79	0.673	0.615	0.615
Ave.2		0.82175	0.8305	0.69975	0.66625	0.6555	0.60575
Max.		1.044	0.917	0.846	0.695	0.692	0.648

0.509	0.519	0.562	0.621	0.661	0.687	**Min.**
0.587	0.602	0.642	0.71325	0.789	0.81425	**Ave.**
0.046	0.063	0.049	0.080	0.076	0.129	**SD**
0.587±0.046 a	0.602±0.063 ab	0.642±0.049 b	0.713±0.080 a	0.789±0.076 a	0.814±0.129 a	**Ave.± SD**

3-2-5 الرصاص:

يأتي الرصاص والذي لا يملك أي وظيفة حيوية في المرتبة الثالثة من حيث نسبة وجوده في عضلات العينات السمكية المدروسة, حيث تراوحت متوسطات تراكيزه ما بين (0.271±0.0410 −0.287±0.0339) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع القريبة من الشاطئ, و(0.200±0.0534−0.233±0.0564) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع البعيدة عن الشاطئ, وكان متوسط تراكيز هذا العنصر لكامل فترة البحث مرتفعاً في الموقع A (0.287 ميكروغرام/غرام وزن رطب) نتيجة النشاطات البشرية في المنشآت الصناعية القريبة, يليه المواقع B, C, C1, A1, B1على التوالي, ولم تكن هناك أية فروقات معنوية بين المواقع الشاطئية (P>0.05), وكذلك بين المواقع A1,B1,C1.

الجدول (4): تراكيز عنصر الرصاص في النوع السمكي المدروس (µg/g wet weight)

موقع الدراسة / الفترة الزمنية		الشاطئ			على بعد أكثر من 500 م عن الشاطئ		
		الموقع A	الموقع B	الموقع C	الموقع A1	الموقع B1	الموقع C1
2019	فصل الربيع	0.276	0.189	0.284	0.225	0.131	0.246
	فصل الصيف	0.296	0.328	0.297	0.231	0.207	0.282
	فصل الخريف	0.269	0.327	0.249	0.227	0.256	0.205
	فصل الشتاء	0.287	0.216	0.188	0.208	0.114	0.169
Ave.1		0.282	0.265	0.2545	0.2227	0.177	0.2255
2020	فصل الربيع	0.228	0.372	0.251	0.101	0.208	0.223
	فصل الصيف	0.301	0.319	0.315	0.279	0.265	0.203
	فصل الخريف	0.292	0.247	0.302	0.248	0.208	0.281
	فصل الشتاء	0.349	0.269	0.287	0.281	0.218	0.255
Ave.2		0.2925	0.3017	0.2887	0.2272	0.2247	0.2405
Max.		0.349	0.372	0.315	0.281	0.265	0.282
Min.		0.228	0.189	0.188	0.101	0.114	0.169
Ave.		0.28725	0.28337	0.27162	0.225	0.20087	0.233
SD		0.0339	0.0632	0.041	0.0564	0.0534	0.04006
Ave.± SD		0.287±0.0339 a	0.283±0.0632 a	0.271±0.0410 a	0.225±0.0564 a	0.200±0.0534 a	0.233±0.0401 a

يوضح الجدول (4) أن جميع التراكيز كانت ضمن الحدود القصوى المسموح بها والموضحة في الجدول (1), وأقل من نتائج (Seam, 2001) على نفس النوع في مياه البحر الأحمر الموطن الأصلي له, حيث كان متوسط تركيز عنصر الرصاص في النسيج العضلي له (0.4 ميكروغرام/غ), كما انخفضت عن تراكيزه في دراسة على ساحل تركيا (Uysal, 1980), حيث سجل متوسط تركيز (33.03 ميكروغرام/غ), وذلك بسبب تغير طبيعة الموقع واختلاف نوع ودرجة التلوث.

4-2-5 الكادميوم:

نلاحظ من الجدول (5) انخفاض تراكيز هذا العنصر في النسيج العضلي للسمك بالمقارنة مع بقية العناصر, وقد سجلت قيمة قصوى له 0.0351 ميكروغرام/غرام وزن رطب في فصل الصيف في الموقع A, وقد ارتفعت معدل تركيزه في العينات المصطادة

في العام 2020 مقارنة مع سابقه, حيث تراوحت معدلاتها السنوية بين (0.0156-0.0351) ميكروغرام/غرام وزن رطب في الموقعِ A, وهي أعلى من تراكيزه في الموقعين الآخرين والتي تراوحت معدلاتها بين (0.0166-0.0296, 0.0168-0.0277) ميكروغرام/غرام وزن رطب في الموقعين B , C على التوالي, لكن الفروقات لم تكن معنوية بين هذه المواقع (P>0.05), وقد كانت التراكيز متقاربة بشكل عام بين المواقع البعيدة عن الشاطئ فيما بينها, حيث تراوحت متوسطات التراكيز خلال فترة الدراسة (0.0169±0.00421, 0.0161±0.00486, 0.0148±0.00473) ميكروغرام/غرام وزن رطب وأخذت الترتيب A1, C1 , B1على التوالي, , ولم تكن الفروق معنوية فيما بينها (P>0.05), مما يشير إلى أنها تتعرض لنفس طبيعة مصادر التلوث تقريباً.

الجدول (5): تراكيز عنصر الكادميوم في النوع السمكي المدروس (µg/g wet weight)

موقع الدراسة والفترة الزمنية		الشاطئ			على بعد أكثر من 500 م عن الشاطئ		
		الموقع A	الموقع B	الموقع C	الموقع A1	الموقع B1	الموقع C1
2019	فصل الربيع	0.0169	0.0166	0.0244	0.0115	0.0101	0.0143
	فصل الصيف	0.0278	0.0296	0.0277	0.0231	0.0217	0.0203
	فصل الخريف	0.0267	0.0269	0.0189	0.0127	0.0118	0.0131
	فصل الشتاء	0.0156	0.0187	0.0168	0.0128	0.0114	0.0127
Ave.1		0.02175	0.02295	0.02195	0.015025	0.01375	0.0151
2020	فصل الربيع	0.0252	0.0198	0.0209	0.0191	0.0108	0.0176
	فصل الصيف	0.0351	0.0281	0.0275	0.0229	0.0155	0.0252
	فصل الخريف	0.0257	0.0242	0.0232	0.0148	0.0218	0.0175
	فصل الشتاء	0.0289	0.0209	0.0168	0.0121	0.0158	0.0149
Ave.2		0.028725	0.02325	0.0221	0.017225	0.015975	0.0188
Max.		0.0351	0.0296	0.0277	0.0231	0.0218	0.0252
Min.		0.0156	0.0166	0.0168	0.0115	0.0101	0.0127
Ave.		0.0252	0.0231	0.0220	0.0161	0.0148	0.0169
SD		0.0063	0.0047	0.00438	0.00486	0.00473	0.00421
Ave.± SD		0.0252±0.0063 a	0.0231±0.004 a7	0.0220±0.00438 a	0.0161±0.00486 a	0.0148±0.00473 a	0.0169±0.00421 a

تبين لنا بمقارنة النتائج المستحصل عليها مع الحدود القصوى المسموح بها دولياً في الجدول (1), أنها ضمن هذه النسب الطبيعية لها, ومع دراسة مماثلة في شواطئ مدينة اللاذقية (Mohamad, 2007) كانت التراكيز (0.12) ميكروغرام/غرام, وهي أعلى منها في دراستنا الحالية, في حين تراوحت تراكيز عنصر الكادميوم في دراسة على ساحل تركيا (Uysal, 1980) بين (1.3-2.9) ميكروغرام/غرام, ويكمن السبب في اختلاف الحالة الفيزيولوجية والصحية للعينات السمكية, وتباين درجة التلوث ومصدره وطبيعة المناخ والجغرافيا في مواقع الدراسة.

- قورنت نتائج هذه الدراسة مع نتائج بعض الدراسات التي أجريت على حوض المتوسط في الجدول (6) والتي تناولت تحديد كل من العناصر (**Cu, Zn, Pb, Cd**) المدروسة ضمن النسج اللحمية لأنواع سمكية متعددة, وقد لوحظ تباين واضح في تراكيز العناصر المعدنية, وهذا يؤكد أن نوع السمكة له دور في التراكم الانتقائي للعناصر, إضافة إلى العديد من العوامل منها عمليات الأيض في الأسماك وعمرها ووزنها وحالتها الصحية والغذاء المتوافر لها, فضلاً عن عوامل أخرى منها ودرجة تلوث الماء والملوحة ودرجة الحرارة (Rauf *et al*., 2009 ; Hammoud, 2005).

الجدول (6): متوسط تراكيز العناصر (Cu, Zn, Pb, Cd) لبعض أنواع الأسماك ضمن مناطق مختلفة من حوض المتوسط والبحر الأحمر

مقدرة بـ ميكروغرام/غرام

مكان الدراسة	النوع المدروس	Zn	Cu	Pb	Cd	المرجع
ساحل تركيا	*Mugil sp.*	9.1-41.3	5.3-6.5	13-21.3	1.3-2.9	Uysal, 1980
	Mugil spp.	24.2	0.902	33.03	0.22	
	Mullus surmuletus	3.096-6.73	0.623-2.301	-	-	
ساحل طرطوس	*Chelon labrosus*	12.3-3.2	3.2-0.4	-0.002 0.003	-0.003 0.091	Sarem *et al.*,2015
	Sparus aurata	5.62	0.57	0.043	0.006	Hammoud and Salma, 2016
	Mullus barbatus	-	-0.462 0.619	0.78-0.28	-0.006 0.021	
	Siganus rivulatus	6.587	0.11	0.315	0.162	Soliman, Y., *et al.*, 2021
	Siganus rivulatus	6.97-6.32	-0.106 0.112	0.28-0.25	-0.15 0.17	Mohamad, 2007
	Siganus luridus	7.34-4.91	0.12-0.10	0.26-0.23	-0.12 0.16	
	Sardine sp.	6.71-6.37	0.09-0.06	0.29-0.27	-0.132 0.139	
	Mugil sp.	-18.08 28.44	0.11-0.10	0.40-0.36	-0.086 0.089	
ساحل اللاذقية	*Mugil sp.*	23.08	0.066	0.347	0.12	
	Sardine sp.	6.783	0.07	0.223	0.136	
	Siganus luridus	6.11	0.10	0.217	0.127	
	Siganus rivulatus	6.257	0.12	0.233	0.15	
	Boopsboops	-	-88.26 5630.02	11.19-3.30	-	Akel *et al.*, 2017
	Siganus luridus	7.31-5.71	0.11-0.1	0.24-0.2	-0.12 0.14	Mohamad, 2001
	Siganus rivulatus	6.51-5.81	0.12-0.11	0.24-0.22	-0.13 0.16	
	Mugil sp.	28.83-19.7	-0.062 0.069	0.39-0.28	-0.09 0.14	
البحر الأحمر	*Siganus rivulatus*	3.20	0.35	0.44	0.05	El-Moselhy and El-Metwally, 2014
	Siganus rivulatus	7.95	1.59	0.73	0.25	Khaled, 2004
	Siganus rivulatus	-	0.20	0.9	0.4	Seam. E. E., 2001
	Mugil capito	-	0.5	0.4	0.1	

	0.1	0.8	0.7	-	*Dicrentrachus punctatus*	
Emara *et al.*, 1993	-	0.67	0.29	-	*Siganus luridus*	
Abdallah, 2008	2.90	1.20	2.70	43.90	*Siganus rivulatus*	**مصر ساحل المتوسط**
الدراسة الحالية	-0.0148 0.0252	-0.201 0.287	-0.587 0.814	-8.663 13.595	*Mugil cephalus*	**الدراسة الحالية**

3-5 دراسة علاقة الارتباط بين تراكيز المعادن الثقيلة في العينات السمكية:

نلاحظ من خلال دراسة معاملات الارتباط ما بين تراكيز مختلف العناصر في النسيج العضلي للعينات السمكية والتي جرى اعتيانها من كافة المواقع خلال فترة الدراسة، وجود قيم ارتباط متباينة, فقد تراوحت هذه القيم بين موجبة قوية أو متوسطة أو ضعيفة إلى سالبة في المواقع القريبة من الشاطئ, تدل على تشابه بعض مصادرها وتباين البعض الآخر, أما في المواقع البعيدة عن الشاطئ أكثر من 500م فقد تميزت بطابع إيجابي ضعيف إلى سلبي, مما يعني وجود مصادر تلوث متعددة ترد إلى هذه المواقع.

أظهر عنصر الزنك علاقات ارتباط ذات قيم إيجابية متوسطة وضعيفة مع جميع العناصر في الموقع (A), أما في الموقعين B, (C) فقد كانت علاقة ارتباطه سلبية مع كافة العناصر الأخرى, في حين أظهر عنصر النحاس قيم ارتباط موجبة ضعيفة إلى سلبية مع كل العناصر وفي جميع المواقع المدروسة, إذ يشير الارتباط الإيجابي إلى أن كلا العنصرين يزيدان أو ينقصان معاً, في حين يدل الارتباط السلبي على أنه كلما زاد أحدهما نقص الآخر, والعكس صحيح.

ومما تجدر الإشارة إليه هو وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية ومتوسطة بشكل عام ما بين عنصر الرصاص والكادميوم في جميع المواقع القريبة من الشاطئ إذ سجلت أعلى قيمة لها في الموقع C وكانت (R=0.712), وهذا يعني أنها متأتية من مصادر ذات طبيعة متشابهة وتختلف في درجة التلوث.

الجدول (7): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع A خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	0.029	1		
Pb	0.443	0.407	1	
Cd	0.184	0.051	0.303	1

الجدول (8): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع B خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	-0.543	1		
Pb	-0.356	0.161	1	
Cd	0.404	-0.231	0.586	1

الجدول (9): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع C خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	-0.438	1		
Pb	-0.571	0.124	1	
Cd	-0.476	0.062	0.712	1

الجدول (10): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع A1 خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	-0.075	1		
Pb	-0.501	-0.022	1	
Cd	-0.258	-0.361	-0.087	1

الجدول (11): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع B1 خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	0.075	1		
Pb	0.028	0.295	1	
Cd	0.098	0.427	0.329	1

الجدول (12): قيم معاملات الارتباط بين العناصر في عضلات النوع السمكي *Mugil cephalus* في الموقع C1 خلال فترة الدراسة

	Zn	Cu	Pb	Cd
Zn	1			
Cu	-0.442	1		
Pb	-0.215	-0.196	1	
Cd	-0.708	0.381	0.200	1

4- الاستنتاجات:

- ارتفاع تراكيز كل من عنصري الزنك والنحاس بالمقارنة مع عنصري الكادميوم والرصاص في الجزء العضلي للعينات السمكية في جميع مواقع الدراسة.
- وجود علاقة ارتباط إيجابية ضعيفة إلى متوسطة بين مختلف تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة، في عضلات الأسماك المصطادة من جميع المواقع, ما يدل على تنوع مصادر التلوث.
- انخفاض تراكيز العناصر المدروسة في النوع السمكي *Mugil cephalus* في شاطئ بانياس بالمقارنة مع الأنواع الأخرى في الساحل السوري, وما زالت جميعها ضمن الحدود الآمنة المحددة من قبل المنظمات العالمية.
- يمكن لتراكيز العناصر الثقيلة في النسيج العضلي للأسماك أن تعكس مقدار التلوث الحاصل في البيئة المائية وتنوع مصادره, وبالتالي استخدامها كمؤشر حيوي للتلوث في برامج المراقبة البيئية.

المراجع:

Abdallah, M. (2008). *Trace element levels in some commercially valuable fish species from coastal waters of Mediterranean Sea, Egypt*. J Mar Syst; 73:114e22.

Akel, H., Kara, A., Ahmed, L. M.(2017). *Determine of some of heavy metal in Boops boops in the coastal water of Lattakia*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. 39, No. 1..

Allen, G.R., S.H. Midgley and M. Allen (2002). *Field guide to the freshwater fishes of Australia*. Western Australian Museum, Perth, Western Australia. 394 p.

Benaduce APS, Kochhann D, Flores ÉMM, Dressler VL, Baldisserotto B (2008). *Toxicity of cadmium for silver catfish Rhamdia quelen (Heptapteridae) embryos and larvae at different alkalinities.* Arch Environ Contam Toxicol 54: 274-282.

Bener, A.; Al-Ali, M. and Hoffmann, G. F. (2009). *Vitamin D Deficiency in Healthy Children in a Sunny Country*: Associated Factors. International Journal of Food Sciences, 60: S5, 60-70.

Colangelo, L. A.; HE, K.; Whooley, M. A.; Daviglus, M. L. and Liu, K. (2009). *Higher Dietary Intake of Long-Chain ω-3 Polyunsaturated Fatty Acids Is Inversely Associated with Depressive Symptoms in Women*. Nutrition, 25 (10): 1011-1019.

Dural, M.; Goksu, M.Z.L. and Ozak, A.A. (2007) . *Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla Lagoon* . Food Chem., 102 : 415-421.

EC (European Community), (2005). *Commission regulation*. No 78/2005 (pp. L16/43–L16/45) Official J Eur Union [20.1.2005]

El-Moselhy Kh.M. and El-Metwally M.E.A. (2014). *Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea,* Egypt. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences. Volume 1, Issue 2, P. 97-105.

Emara HI, El-Deek MS, Ahmed NS. *Comparative study on the levels of trace metals in some Mediterranean and Red Sea fishes*. Chem and Ecology.1993; 8: 119_127.

FAO, (2005). *Global aquaculture production pyramid by feeding habit and nutrient supply in 2003*.

FAO. (1983). *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products*. Fishery Circular No, 464; p. 5-100.

FAO/WHO. (1989). *Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium.* WHO Technical Report Series No. 505

FAO/WHO. (2010). Joint FAO/WHO Food Standards Programme. *Codex Committee On Contaminants In Foods*. Working Document For Information And Use In Discussions Related To Contaminants And Toxins In The GSCTF.

Hammoud V. and Salama, L . (2016). *Compared study to the concentration of some heavy metal elements in the Species (Sparus aurata.L) local and imported* .AL Baath university, Vol.(38).

Hammoud, V. (2005). *A Study of reproduction, growth, nutrition and pollution in D. Valgari & D.Sargus from Sparidae in the Syrian coast*. PhD thesis, . Tishreen University, faculty of Science.

Hanson,N. M. (Ed.). (1973). Official, *Standardized and Recommended Methods of Analysis*, 2nd edn., The Society for analytical chemistry, London.

Inhant, M. Atomic abs. Specto. (1982). PP. 139-210.

Khaled A.(2004). *Seasonal Concentrations of Some Heavy Metals in Muscle Tissues of Siganus rivulatus and Sargus sargus Fish from El-Mex Bay and Eastern Harbour, Alexandria, Egypt*. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. Vol 8, p.65-81.

Khallouf, N., Abbas, G., Shaheen, H., (2013). *Assessing the efficiency of Desalting unit and Treatment Plant in removing some heavy Metals from the Effluent Refinery of Banyas Company.* Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (2).

Linnaeus, C., (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordinus, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Tomus I. Editio decima, reformata. Impensis Direct. Laurentii Salvii, Holmiae. 824 p.

McKee, David (2008). *Fishes of the Laguna Madre* ،College Station, Tx: Texas A&M University Press ,p169. ISBN 978-1-60344-028-8.

Mohamad, I. Abazli, H., Yousif N. (1994). *Determination of some heavy metal in the coastal water of Banias city by AAS.* Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Sciences Series Vol. 29 No.2, p.61-76.

Mohamad, I. (2007). *A Study of the Pollution of Some Syrian Coast Zones and Some Marine Organisms by Some Trace Heavy Metals*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Sciences Series Vol. 29 No 4.p. 61-76.

Mohamad, I.(2001). *Determination of (Cd, As, Pb, Zn, Cr and Cu) in the flesh tissues of some kinds of marine beings at the shore of Lattakia city by AAS*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Basic Science Series Vol. 23, No.10.

Obasohan E.(2007). *Heavy metals concentrations in the offal , gill, muscle and liver of a fresh water mudfish (Parachanna obscura) from ogba river , Benin city , Nigeria* . African Journal of Biotechnology, 6 (22), p.2620-2627.

Rauf, A.; Javed, M. and Ubaidullah, M. (2009). *Heavy metal levels in three major carps (Catla, Labeo rohita and Cirrhina mrigala) from the river Ravi, Pakistan*. Vet. J. Vol. 29, (1): 24-26.

Sarem M., Hammoud V., and Yousef N. (2015). *Determination of heavy metals Zn, Cu, Cd and Pb in tissues of fish species Chelon labrosus captured from the southern part of Syrian Coast.* Aleppo university (102).

Seam. E. E. (2001). *Evaluation of heavy metals concenteration in fish from Alexandaria coast, Egypt*. The Egyptian Journal of hospital medicine Vol. 4: 97-106.

Soliman Y., Saad A., Hammoud V. (2021). Capape CH., 2021. *Heavy Metal Concentrations in Tissues of Red Mullet, Mullus barbatus (Mullidae) from the Syrian Coast (Eastern Mediterranean Sea)* . Annals for Istrian and Mediterranean Studies Ser. hist. nat. Vol 31· Issue 2. P.243-250.

Turkekul I., Elmastas M., Tuzen M. (2004). *Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey*. *Science Direct*, Vol. 84, Issue 3, February, p.389–392.

UNEP (OCA) MED/G (1997). *A regional site specific temporal Trend Monitoring Programme*. p.9.

Uysal, H. *Levels of trace elements in some food chain organisms from the Aegean coasts.* Ves Journées d'etudes sur les pollutions marines en méditerranée, Cagliari, 1980, p.503-511.

Zaki, MS, Authman MMN, Hammam AMM, Shalaby SI (2014) *Aquatic environmental pollution in the Egyptian countryside and its effect on fish production (Review)*. Life Sci J 11: p.1024-1029.

Study of the Bioaccumulation of Some Heavy Metals in the Muscle Tissue of *Mugil cephalus* in the Syrian Marine Waters

Raeda Salah [(1)] *, Mohamad Hassan[(1)], Ali Sultaneh[(2)], Ghiass Abbas[(3)]

(1). Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(2). Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(3). Department of Food technology, Faculty of technical Engineering, Tartous university, Tartous-Syria.

(*Corresponding author: En. Raeda H. Salah. Email:Selenamah20614@gmail.com)

Received: 28/04/2022 Accepted: 19/07/2022

Abstract:

The study focused on the current research on determining the concentrations of some heavy metal elements (Cd, Pb, Cu, Zn) in the fleshy tissue of *Mugil cephalus* fish species, on the Syrian coast of Tartous Governorate, as fish samples were collected for two whole years from March 2019 to February 2021, and from three areas on the shore of Banias city: the estuary area of the Jobar River, the estuary area of the Baniyas River, and Al-Basiya Beach. Atomic absorption spectroscopy (AAS) technology was used by wet digestion method (Wet-Digestion-Method) for fish samples, where the concentrations of the two elements (Zn, Cu) were detected using flame-AAS technology, while the trace elements (Cd and Pb) were detected by electrothermal ablation technology (ETA-AAS) because its concentrations are below the detection threshold by the flame method. The results of the study showed a higher concentration of heavy metals in the muscles of *Mugil cephalus* in the estuary area of the Jobar River than in the other two sites, followed by the Banias River estuary area, and then the Basiya area, where the average rates of the concentrations of these elements in all studied sites during the study period ranged between (8.803-13.095 µg/g wet weight) for zinc with the highest concentration, followed by copper with average concentrations ranging between (0.587-0.814 µg/g wet weight), then lead (0.020-0.028 µg/g wet weight), while lead was (0.020-0.028 µg/g wet weight). Cadmium has the lowest concentration (0.025-0.014 µg/g wet weight), but all of these concentrations were within the limits permitted by the Food and Agriculture Organization of the World, and therefore they do not pose a threat to human health as the final consumer.

Key words: Metallic elements**,** Syrian marine waters, *Mugil cephalus***,** bioaccumulation **.**